

## SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

Publication number: JP9055181 (A)

Publication date: 1997-02-25

Inventor(s): KOMATSUBARA TAKAO; TAKASHIMA SUSUMU

Applicant(s): JEOL LTD

Classification:

- International: H01J37/22; H01J37/244; H01J37/28; H01J37/22; H01J37/244; H01J37/28; (IPC1-7): H01J37/28; H01J37/22; H01J37/244

- European:

Application number: JP19950205940 19950811

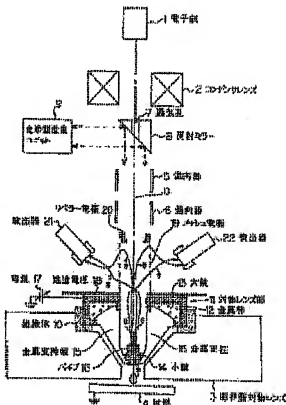
Priority number(s): JP19950205940 19950811

Also published as:

JP3244620 (B2)

## Abstract of JP 9055181 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a scanning electron microscope capable of sharply improving the detection efficiency of secondary electrons by arranging an optical microscope objective lens section on the optical axis of the scanning electron microscope. **SOLUTION:** When an electron beam is irradiated to a sample 4, secondary electrons (e) are generated from the sample 4. Since a voltage is applied to an optical microscope objective lens section 11 from a power source 17, the axially symmetric electric field is generated between the sample 4 kept at the ground potential and a magnetic field type objective lens 3. The secondary electrons (e) generated by the irradiation of the primary electron beam are strongly accelerated upward by the electric field. The secondary electrons (e) are made a secondary electron beam (collimated electron beam flux) by the lens action of the magnetic field of the magnetic field type objective lens 3 and the accelerating electric field, and the secondary electron beam passes through the conducting pipe 16 of the optical microscope objective lens section 11 without colliding with a pipe wall.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

F-220'7

CR2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-55181

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 37/28			H 0 1 J 37/28	Z
37/22	5 0 2		37/22	5 0 2 L
37/244			37/244	

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

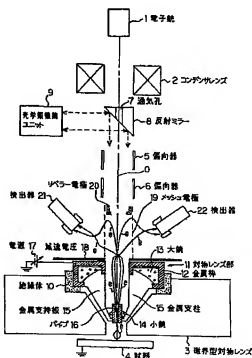
(21) 出願番号	特願平7-205940	(71) 出願人	000004271 日本電子株式会社 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号
(22) 出願日	平成7年(1995)8月11日	(72) 発明者	小松原 岳雄 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本電子株式会社内
		(72) 発明者	高橋 進 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本電子株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 走査電子顕微鏡の光軸上に光学顕微鏡対物レンズ部を配置する構造で2次電子の検出効率を著しく向上させることができる走査電子顕微鏡を実現する。

【解決手段】 試料4への電子ビームの照射によって試料4からは2次電子が発生する。ここで、光学顕微鏡の対物レンズ部11に電圧17から電圧が印加されていることから、接地電位の試料4と磁界型対物レンズ3との間には、軸対称な電界が生じている。この電界により、一次電子ビームの照射によって発生した2次電子eは、上方に向かって強く加速される。2次電子eは、磁界型対物レンズ3の磁界と、上記加速電場のレンズ作用によって、2次電子ビーム(方向の揃った電子線束)となり、光学顕微鏡対物レンズ部11の導電性パイプ16をパイプ壁に衝突すること無く通過する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体とを備えており、導電体に試料電位に対して正の電位を印加するように構成した走査電子顕微鏡。

【請求項2】 電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の中心の電子ビーム通過開口に電子ビーム光軸に沿って設けられた導電性パイプとを備えており、導電体と導電性パイプに試料電位に対して正の電位を印加するように構成した走査電子顕微鏡。

【請求項3】 電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に光軸に沿って設けられた円筒状のメッシュ電極とを備えており、導電体に試料電位に対して正の電位を印加するように構成した走査電子顕微鏡。

【請求項4】 電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物

レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に光軸に沿って設けられた円筒状のメッシュ電極と、光学顕微鏡対物レンズ部上方であって、メッシュ電極の下方に設けられた減速電極とを備えており、導電体に試料電位に対して正の電位を印加するように構成した走査電子顕微鏡。

【請求項5】 導電体に印加される電位は可変できる請求項1～4の何れかに記載の走査電子顕微鏡。

【請求項6】 2次電子検出器は、電子ビーム光軸に対して複数設けられた請求項1～4の何れかに記載の走査電子顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査電子顕微鏡の電子ビーム光軸上に光学顕微鏡の対物レンズ部を組み込み、光学像の観察を行うことができる走査電子顕微鏡に関する。

## 【0002】

【従来の技術】試料を事前に光学顕微鏡で観察し、所望の試料領域を走査電子顕微鏡で観察することが行われている。この場合、第1の方式では、光学顕微鏡カメラと走査電子顕微鏡カメラとを平行に配置し、光学顕微鏡の試料室と走査電子顕微鏡の試料室との間で試料を移送し、それぞれの顕微鏡で光学像と走査電子顕微鏡像とを得るようにしている。

【0003】また、第2の方式では、走査電子顕微鏡の光軸上の磁界型対物レンズの上部に光学顕微鏡の対物レンズ部を配置するようにしている。この場合、試料の同一部分を試料の移送動作なしに走査電子顕微鏡と光学顕微鏡とで同時に観察することができる。なお、この方式では、2次電子検出器は、磁界型対物レンズと光学顕微鏡対物レンズ部との間の空間に配置される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記第1の方式では、光学顕微鏡像と走査電子顕微鏡像の観察のためには、試料を移送するステップが必要であり、同時に両方の像を比較観察できないばかりか、試料の同一箇所を2種の顕微鏡で観察する際に、精密な試料の位置合わせ動作が必要となる。

【0005】上記第2の方式では、試料の移送動作が不必要となる利点を有しているが、2次電子検出器を磁界型対物レンズと光学顕微鏡対物レンズ部との間の狭い空間に配置することから、2次電子の検出効率が悪いという欠点を有している。

【0006】本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、走査電子顕微鏡の光軸上に光学顕微鏡対物レンズ部を配置する構造で2次電子の検出効率を著しく向上させることができる走査電子顕微鏡を実現するにある。

## 【0007】

3

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、導電体に試料電位に対して正の電位を印加する電源とより構成される。

【0008】請求項2の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の中心の電子ビーム通過開口に電子ビーム光軸に沿って設けられた導電性パイプと、導電体と導電性パイプに試料電位に対して正の電位を印加する電源とより構成される。

【0009】請求項3の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に光軸に沿って設けられた円筒状のメッシュ電極と、導電体に試料電位に対して正の電位を印加する電源とより構成される。

【0010】請求項4の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子ビーム発生源と、電子ビーム発生源から発生し加速された電子ビームを試料上に細く集束するための磁界型対物レンズと、試料上で電子ビームの走査を行うための電子ビーム偏向手段と、磁界型対物レンズの上部の電子ビーム光軸から離れた位置に設けられた2次電子検出器と、電子ビーム光軸上に光を導入するための電子ビーム通過孔を有した光学ミラーと、磁界型対物レンズに

4

接近して設けられ、中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部と、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に光軸に沿って設けられた円筒状のメッシュ電極と、光学顕微鏡対物レンズ部上方であって、メッシュ電極の下方に設けられた減速電極と、導電体に試料電位に対して正の電位を印加する電源とより構成される。

【0011】請求項5の発明に基づく走査電子顕微鏡は、導電体に試料電位に対して正の電位を印加する可変電源を備えた。請求項6の発明に基づく走査電子顕微鏡は、2次電子検出器を、電子ビーム光軸に対称に複数設けた。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明に基づく光学顕微鏡を電子ビーム照射系と同軸に組み込んだ走査電子顕微鏡の一例を示している。図中1は電子銃であり、電子銃1から発生し加速された電子ビームは、コンデンサレンズ2と磁界型の対物レンズ3とによって試料4上に細く集束される。

【0013】試料4上に集束される電子ビームは、静電性の偏向器5、6によって偏向され、その結果、電子ビームは試料4上の所定領域で2次元に走査される。コンデンサレンズ2の下部の電子ビームの光軸上には、電子ビームの通過孔7を有した反射ミラー8が配置されている。

【0014】9は電子ビームの光軸0から離れた位置に設けられた光学顕微鏡の照明部と撮像レンズを有した光学顕微鏡ユニットであり、ユニット9からの光は反射ミラー8に照射され、その光は反射ミラー8によって反射されて電子ビームの光軸上に向けられる。

【0015】電子ビーム光軸0上の試料4に接近した位置には、磁界型対物レンズ3に絶縁棒10を介して光学顕微鏡の対物レンズ部11が取り付けられている。光学顕微鏡対物レンズ部11は、リング状の金属棒12と、金属棒12の内側に取付けられた対物レンズの大鏡13と、対物レンズ部11の下部に設けられた対物レンズの小鏡14と、金属棒12部分と小鏡14部分とを一体化するための4枚の金属支持板15とより構成されている。

【0016】なお、4枚の金属支持板15は、詳しくは図示されていないが、光軸方向から見た場合に十字状に配置されている。また、大鏡13と小鏡14には、それぞれ電子ビーム光軸部分に電子ビームを通過させる通過開口が穿たれている。

【0017】前記小鏡14に穿たれた開口部に導電性パイプ16が設けられている。また、前記支柱15下面(試料対向面)にネサ(NESA)処理を行って導電性の付与された薄い透明ガラス板(図示せず)が設けられてい

5

る。前記導電性パイプ16は前記透明ガラス板を挟んで金属支柱15ネジ込まれており、その結果、金属棒12と、金属支柱15と、透明ガラス板と、導電性パイプ16とは電気的に接続されている。金属棒12は可変電源17に接続されており、可変電源17から金属棒12、金属支柱15、透明ガラス板、導電性パイプ16には、可変電源17から数kVの電圧が印加される。

【0018】光学顕微鏡対物レンズ部11の上部には、ドーナツ状の減速電極18が設けられ、また、光学顕微鏡対物レンズ部11の上部の電子ビーム光軸Oに沿って、円筒状のメッシュ電極19が配置されている。減速電極18とメッシュ電極19は一体化されており、図示していない電源から、0V〜数10Vの電圧が印加される。

【0019】メッシュ電極19の上部には、上方に向かう2次電子を折り返すためのリバラー電極20が配置されている。また、リバラー電極には図示していない電源からマイナス数10Vの電圧が印加されている。メッシュ電極19の外側には、電子ビーム光軸Oに軸対称に、第1の2次電子検出器21と第2の2次電子検出器22とが設けられている。それぞれの2次電子検出器は、2次電子を引き寄せるための吸引電圧が印加される吸引電極、2次電子の入射によって発生するシンチレータ、シンチレータからの光を電気信号に変換して増幅する光電子増倍管等より構成されている。第1と第2の2次電子検出器21、22の検出信号は、図示していないが加算器によって加算され、その後増幅されて陰極線管に供給される。このような構成の動作を次に説明する。

【0020】まず、試料4の光学像を観察する場合、光学顕微鏡ユニット9の照明部からの光を反射ミラー8に向けて照射する。光は反射ミラー8によって反射され、電子ビームの光軸Oに沿って下方へ向かう。光は、光学顕微鏡対物レンズ部11の小鏡14によって反射され、その反射光は、大鏡13によって反射集束されて試料4上に照射される。

【0021】試料4上からの光は、今度は逆の経路をたどって光学顕微鏡ユニット9の接眼レンズ部へと向かう。すなわち、試料4からの光は、大鏡13によって反射され、小鏡14によって反射され、反射ミラー8へと向かう。この結果接眼レンズ部によって試料4の光学像の観察を行うことができる。なお、接眼レンズ部にテレビカメラを配置すれば、試料像を陰極線管などで観察することができる。

【0022】次に試料4の2次電子像の観察動作について説明する。まず電子銃1から電子ビームを発生させ、発生し加速された電子ビームをコンデンサレンズ2と境界型対物レンズ3とによって試料4上に細く集束する。更に、試料に向かう電子ビームは、2段の静電偏向器5、6によって偏向され、試料4上の任意の2次元領域は電子ビームによって走査される。

6

【0023】試料4への電子ビームの照射によって試料4からは2次電子が発生する。ここで、光学顕微鏡の対物レンズ部11に電源17から数kVの電圧が印加されていることから、接地電位の試料4と境界型対物レンズ3との間には、軸対称な加速電界が生じている。この電界により、一次電子ビームの照射によって発生した2次電子eは、上方に向かって強く加速される。

【0024】2次電子eは、境界型対物レンズ3の境界と、上記加速電場のレンズ作用によって、2次電子ビーム（方向の揃った電子線束）となり、光学顕微鏡対物レンズ部11の導電性パイプ16をパイプ壁に衝突すること無く通過し、対物レンズ部11の上方に効率良く取り出される。対物レンズ部11の上部においては、ドーナツ状の減速電極18が設けられており、この減速電極18が形成する強いレンズ作用により、2次電子eは大きく分散する。この結果、電子ビーム光軸から離れた位置にある2次電子は、直接メッシュ電極19に入射しこれを通して2次電子検出器21、22に検出される。

【0025】また、光軸に近い部分を上方に向かう2次電子は、メッシュ電極19の上部に設けられた負電位のリバラー電極20が、メッシュ電極19との間に形成する逆電界により反射され、メッシュ電極19に入射して通過する。メッシュ電極19を通過した2次電子は、正の高電圧に保持された検出器21、22とメッシュ電極19との間に形成される電場によって加速され、2次電子検出器21、22によって検出される。この際、メッシュ電極19は電子ビーム光軸を囲うように配置されているため、10KV前後の検出器からの電界は効果的にシールドされる。従って1次ビームが検出器電界によって不均一な電気力を受けて歪むことが防止される。

【0026】第1と第2の2次電子検出器21、22の検出信号は、図示していないが加算器によって加算され、その後増幅されて陰極線管に供給される。陰極線管には、静電偏向器5、6に供給される走査信号も供給されており、その結果、陰極線管には、試料4の2次電子走査像が表示される。このようにして、例えば、シリコンエハ上に形成されたICパターンを観察する場合などでは、色別情報をも有する光学顕微鏡で数百倍の観察倍率で試料面の観察を行って効率的に視度捜しを行い、その後走査電子顕微鏡機能によって所望の試料領域の高倍率観察を実行することができる。また、光学顕微鏡像と走査電子顕微鏡像との同時観察も行うことができる。

【0027】なお、上記した構成で、境界型対物レンズ3は、電子ビームの加速電圧を変えた時、その境界強度が大幅に変化する。その場合、光学顕微鏡対物レンズ部11に電源17から印加する電圧の値をその境界強度に応じて変化させれば、常に効率良く2次電子を導電性パイプ16を通過させて、2次電子検出効率を向上させることができる。

【0028】以上本発明の実施の形態を詳述したが、本

発明はこの形態に限定されずに幾多の変形が可能である。例えば、2次電子検出器を軸対称に2つ設けたが、単一の2次電子検出器であっても良く、逆に3つ以上の複数であっても良い。

#### 【0029】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明に基づく走査電子顕微鏡は、磁界型対物レンズに接近して中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部を設け、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体に試料電位に対して正の電位を印加するように構成したので、試料からの2次電子を効率良く対物レンズ部上部に取り出し、2次電子検出器によって検出することができる。

【0030】請求項2の発明に基づく走査電子顕微鏡は、磁界型対物レンズに接近して中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部を設け、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体と、光学顕微鏡対物レンズ部の中心の電子ビーム通過開口に電子ビーム光軸に沿って設けられた導電性パイプとに試料電位に対して正の電位を印加するように構成したので、試料からの2次電子を効率良く対物レンズ部上部に取り出し、2次電子検出器によって検出することができる。

【0031】請求項3の発明に基づく走査電子顕微鏡は、磁界型対物レンズに接近して中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部を設け、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体に、試料電位に対して正の電位を印加すると共に、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に、円筒状のメッシュ電極とを設けるように構成したので、検出器の電界による一次ビームの歪の影響がなく、かつ、試料からの2次電子を効率良く対物レンズ部上部に取り出し、2次電子検出器によって検出することができる。

【0032】請求項4の発明に基づく走査電子顕微鏡は、磁界型対物レンズに接近して中心に電子ビーム通過開口を有した光学顕微鏡対物レンズ部を設け、光学顕微鏡対物レンズ部のレンズを囲むように設けられた導電体に、試料電位に対して正の電位を印加すると共に、光学顕微鏡対物レンズ部の上部に、円筒状のメッシュ電極と、光学顕微鏡対物レンズ部上方であって、メッシュ電極の下方に設けられた減速電極とを設けるように構成したので、試料からの2次電子を効率良く対物レンズ部上部に取り出し、2次電子検出器によって検出することが

である。

【0033】請求項5の発明に基づく走査電子顕微鏡は、磁界型対物レンズの磁界強度に応じて導電体に印加される電位を可変するように構成したので、磁界型対物レンズの磁界強度によらず、試料からの2次電子を効率良く対物レンズ部上部に取り出し、2次電子検出器によって検出することができる。

【0034】請求項6の発明に基づく走査電子顕微鏡は、2次電子検出器を、電子ビーム光軸に対称に複数設けるように構成したので、2次電子の検出効率を向上させることができる。

【0035】また、上記した各請求項の発明では、例えば、シリコンウエハ上に金属膜が蒸着されている面を観察する場合などでは、色別情報を有する光学顕微鏡で数百倍の観察倍率で試料面の観察を行って視野捜しを行い、その後走査電子顕微鏡機能によって所望の試料領域の高倍率観察を実行することができる。また、光学顕微鏡像と走査電子顕微鏡像との同時観察も行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく光学顕微鏡を電子ビーム照射系と同軸に組み込んだ走査電子顕微鏡を示す図である。

#### 【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 コンデンサレンズ
- 3 磁界型対物レンズ
- 4 試料
- 5, 6 静電偏向器
- 8 反射ミラー
- 9 光学顕微鏡ユニット
- 10 絶縁体
- 11 光学顕微鏡対物レンズ部
- 12 金属板
- 13 大鏡
- 14 小鏡
- 15 金属支柱
- 16 導電性パイプ
- 17 可変電源
- 18 減速電極
- 19 メッシュ電極
- 20 リバレー電極
- 21, 22 2次電子検出器

【図1】

